

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-250850

(43)Date of publication of application : 09.09.1994

(51)Int.Cl. G06F 9/46
G06F 9/46

(21)Application number : 05-038078 (71)Applicant : HITACHI LTD

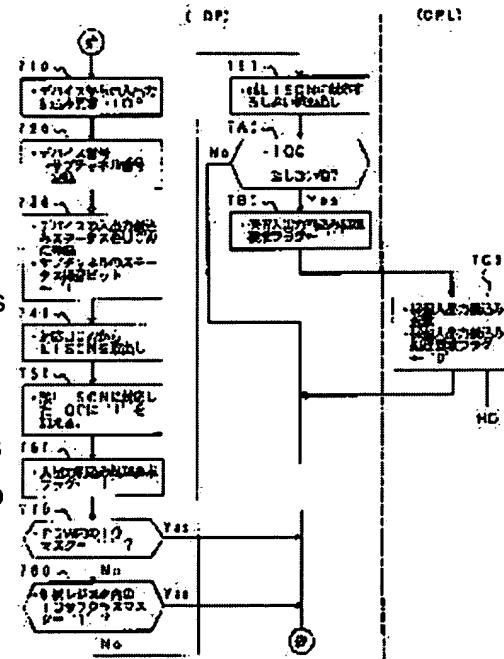
(22)Date of filing : 26.02.1993 (72)Inventor : ONODERA OSAMU

(54) PROCESSING OF INPUT/OUTPUT INTERRUPTION FACTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to receive an I/O interruption in accordance with the holding state of an I/O interruption factor.

CONSTITUTION: When an I/O interruption request to a CPU is generated from a device (710), an I/O processor judges a logical I/O subclass in which the device belongs to (740), and when the generation of an I/O interruption to the logical subclass is inhibited (780), the number of I/O interruption factors held for the logical I/O subclass is compared with a threshold set up for a virtual machine to which the logical I/O subclass is allocated (7A0). When the threshold is smaller, a holding I/O interruption is generated (7B0). Consequently holding I/O interruption processing is started (7C0), the virtual machine in executing is interrupted and control is transferred to a VMCP. The VMCP dispatches the virtual machine corresponding to the logical I/O subclass in which the number of held I/O interruptions exceeds the threshold.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-250850

(43)公開日 平成6年(1994)9月9日

(51)Int.Cl.⁵
G 0 6 F 9/46

識別記号 3 1 1 G 8120-5B
3 5 0 8120-5B

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平5-38078

(22)出願日 平成5年(1993)2月26日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 小野寺 修

神奈川県秦野市堀山下1番地 株式会社日立製作所汎用コンピュータ事業部内

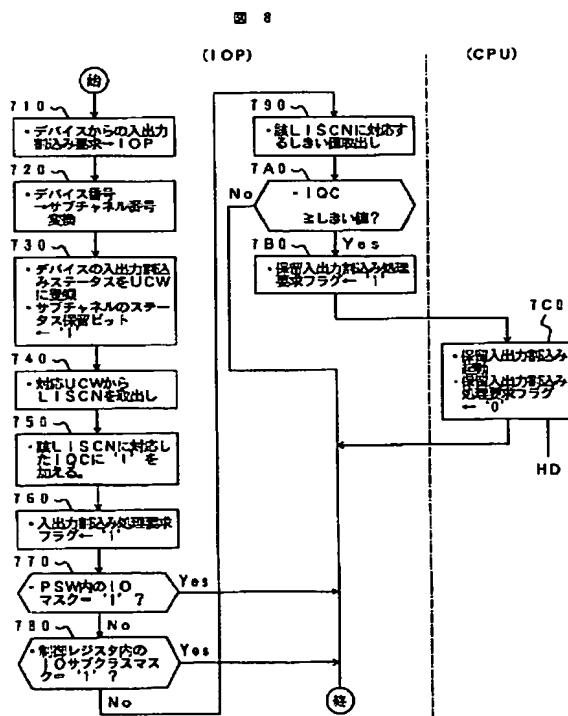
(74)代理人 弁理士 富田 和子

(54)【発明の名称】 入出力割込み要因の処理方法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】入出力割込み要因の保留状況に応じて入出力割込みを受付可能とする。

【構成】デバイスからCPUに対する割込み要求が発生すると710、入出力プロセッサは、このデバイスの属する論理入出力サブクラスを判定し740、この論理サブクラスの入出力割込みの発生が禁止されている場合には780、この論理入出力サブクラスについて保留されている入出力割込みの要因数と、この論理入出力サブクラスが割り当てられている仮想計算機に対して設定されたしきい値とを比較し7A0、しきい値の方が小さければ、保留入出力割込みを発生する7B0。これによりCPUは保留入出力割込み処理を起動し7C0、実行中の仮想計算機を中断して、VMCPに制御を渡す。VMCPは、保留数がしきい値を超えた論理入出力サブクラスに対応する仮想計算機をディスパッチする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】入出力割込み要因に基づく入出力割込みの発生を許可もしくは禁止する入出力割込みマスクを備えた計算機システムにおける入出力割込み要因の処理方法であって、

あらかじめ、保留する入出力割込み要因の総数をしきい値として設定するステップと、

入出力割込み要因の発生時に、前記入出力割込みマスクが、当該入出力割込み要因に基づく入出力割込みの発生を禁止している場合に、当該入出力割込み要因を保留するステップと、

保留している入出力割込み要因の数と、前記しきい値を比較するステップと、

保留している入出力割込み要因の数が、前記しきい値を超えた場合に、保留入出力割込みを発生するステップと、

保留入出力割込みに対する処理として、保留されている入出力割込み要因に基づく入出力割込みの発生を可能とするステップとを有することを特徴とする入出力割込み要因の処理方法。

【請求項 2】請求項 1 記載の入出力割込み要因の処理方法であって、

前記しきい値を設定するステップは、タスク毎に、当該仮想計算機について保留する入出力割込み要因の総数をしきい値として設定するステップであって、

前記タスク毎に、入出力割込み要因の保留数と、前記しきい値を比較するステップは、タスク毎に、入出力割込み要因の保留数と、当該タスクに対して設定された前記しきい値を比較するステップであることを特徴とする入出力割込み要因の処理方法。

【請求項 3】単一の実計算機上で、複数の仮想計算機を稼働させる情報処理システムであって、仮想計算機毎に、当該仮想計算機の非動作期間中、当該仮想計算機に対応する入出力割込み要因に基づく入出力割込みの発生を禁止する入出力割込みマスクを備えた情報処理システムにおける入出力割込み要因の処理方法であって、あらかじめ、保留する入出力割込み要因の総数をしきい値として設定するステップと、

入出力割込み要因の発生時に、前記入出力割込みマスクが、当該入出力割込み要因に対応する仮想計算機への入出力割込みの発生を禁止している場合に、当該入出力割込み要因を保留するとするステップと、

仮想計算機毎に、入出力割込み要因の保留数と、前記しきい値を比較するステップと、

保留している入出力割込み要因の数が、前記しきい値を超えた場合に、当該保留数がしきい値を超えた入出力割込み要因に基づく入出力割込みを受け付ける処理を起動する保留入出力割込みを発生するステップとを有することを特徴とする入出力割込み要因の処理方法。

【請求項 4】請求項 3 記載の入出力割込み要因の処理方

法であって、

前記保留入出力割込みを発生するステップは、前記保留数が前記しきい値を超えた入出力割込み要因を消去せずに前記保留入出力割込みを発生させるステップであって、

当該保留入出力割込みによって起動される処理は、対応する入出力要因の保留数が前記しきい値を超えた仮想計算機を動作させるステップであることを特徴とする入出力割込み要因の処理方法。

【請求項 5】請求項 3 または 4 記載の入出力割込み要因の処理方法であって、

前記仮想計算機に対応する入出力割込み要因とは、当該仮想計算機に割り当てられたサブチャネルにおいて発生した入出力割込み要因であることを特徴とする入出力割込み要因の処理方法。

【請求項 6】請求項 3、4 または 5 記載の入出力割込み要因の処理方法であって、

前記しきい値を設定するステップは、仮想計算機毎に、それぞれ、当該仮想計算機について保留する入出力割込み要因の総数をしきい値として設定するステップであって、

前記仮想計算機毎に、入出力割込み要因の保留数と、前記しきい値を比較するステップは、仮想計算機毎に、入出力割込み要因の保留数と、当該仮想計算機に対して設定された前記しきい値を比較するステップであることを特徴とする入出力割込み要因の処理方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は、計算機システムにおける入出力割込みを要因を処理する技術に関し、特に仮想計算機システムにおいて保留されている入出力割込み要因を処理する技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、情報処理システムを構成する計算機の使用形態としては、実計算機上で单一のオペレーティングシステム（以下、「OS」という）を動作させる形態と单一の実計算機上で複数のOSを動作させる仮想計算機（以下「VM」又は「LPAR」という）と呼ばれる形態がある。

【0003】ここで、実計算機の一般的なハードウェア資源構成の概略を図1に示す。図示するように、実計算機のハードウェア資源は、1台又はそれ以上の中央処理装置（以下、「CPU」という）、1台の共用主記憶装置（以下、「MS」という）、1台又はそれ以上のチャネルバス（以下、「CHP」という）、各々のCHPに接続されているデバイス（以下、「DEV」という）群とから構成される。

【0004】このような、実計算機上で单一のOSを動作させるモードをベーシックモードと言う。そして、ベーシックモードにおいて、これらの実計算機のハードウ

エア資源は単一の資源として扱われる。

【0005】一方、単一の実計算機上に複数のL P A Rを構築し複数のO Sを動作させるモードをL P A Rモードと言う。一般に、このモードでは、複数のL P A Rを単一の実計算機上で実現する為に、仮想計算機制御プログラム（以下、「V M C P」という）と呼ばれるプログラムを実計算機上で動作させ、このV M C Pの制御の下で複数のL P A Rを生成し、更に、この各々のL P A Rの上で独立したO Sを動作させている。また、このようなV M C Pには、単一の実計算機のハードウェア資源を各々のL P A Rに共用させて使用させる機能が付加されている。

【0006】単一の実計算機のハードウェア資源を各々のL P A Rに共用させる方法としては、V M C Pの制御の下に分割でハードウェア資源を割り当てる方式と、ハードウェア資源を論理的に分割して各々のL P A Rに占有的に割り当てる方式と、これらの二つの方式を混在させる方法等がある。

【0007】この単一の実計算機のハードウェア資源を各々のL P A Rに割り当てる技術としては、たとえば、I B M社発行の刊行物”Enterprise System/9000 Enterprise System/3090 Processor Resource/System Manager Planning Guide”（GA22-7123-4）に記載されている技術が知られている。この刊行物で紹介されている技術は、入出力チャネルのL P A Rでの共用方式として前述の二つの方法のうち後者的方式、すなわち、実C H Pを論理的に分割して各々のL P A Rに占有的に割り当てる方式によるものである。さらに、この刊行物で紹介されている技術によれば、それぞれの実C H Pに対応するサブチャネルも各々のL P A Rに占有的に割り当てる。

【0008】なお、前記サブチャネルを含む入出力命令及び入出力処理に関する一般的仕様としては、たとえばI B M社発行の刊行物”Enterprise System Architecture/390 Principles of Operation”（SA22-7201-00）に記載されているものなどが知られている。

【0009】このようなL P A Rモードでの、実計算機のハードウェア資源構成の概略を図2に示す。

【0010】図2には、実計算機のハードウェア資源は、2台以上のC P U、1台の共用M S、2台以上のC H P及び各々のC H Pに接続されているD E V群とから構成される場合について示した。

【0011】図2において、実計算機のハードウェア資源の2台のC P Uは、それぞれ1台ずつ2つのL P A Rに占有的に割り当たれており、実計算機のハードウェア資源の1台の共用M Sは、その記憶領域が論理的に分割され、それぞれ2つのL P A Rに占有的に割り当たれている。

【0012】また、実計算機のハードウェア資源の4台のC H Pは、C H P単位に論理的に分割され、それぞ

2つのL P A Rに占有的に割り当たされている。各々のC H Pに接続されているD E V群は、C H Pの占有的な割り当たる、2つのL P A Rに占有的に割り当たれている。なお、この場合、D E V群の占有的な割り当たる、そのD E Vに対応するサブチャネル（以下、「S C H」という）も各々のL P A Rに占有的に割り当たられる。

【0013】以上のように、図2においてC P U1、M S1、C H P1、C H P2、D E V1 1からD E V1 n及びD E V2 1からD E V2 nは一つのL P A RであるL P A R1に割り当たられ、C P U2、M S2、C H P3、C H P4、D E V3 1からD E V3 n及びD E V4 1からD E V4 nは他方のL P A RであるL P A R2に割り当たれている。ここでD E V1 1からD E V1 n、D E V2 1からD E V2 n、D E V3 1からD E V3 n及びD E V4 1からD E V4 nには、それぞれ独立した一つ以上のS C Hが割り当たれている。

【0014】図3に、L P A R、C H P群およびS C H群の割り当たる具体的例を示す。

【0015】図3において、各L P A RはそのL P A Rに属するC H P群を占有的に使用しており、各C H PはそのC H Pに属するS C H群を占有的に使用している。すなわち、各L P A RはそのL P A Rに属するS C H群を占有的に使用している事になる。

【0016】すなわち、L P A R2 1はそのL P A Rに属するC H P2 1及びC H P2 2を占有的に使用しており、C H P2 1はそのC H Pに属するS C H2 1 1からS C H2 1 nを占有的に使用している。また、C H P2 2はそのC H Pに属するS C H2 2 1からS C H2 2 nを占有的に使用している。さらに、L P A R2 2はそのL P A Rに属するC H P2 3及びC H P2 4を占有的に使用しており、C H P2 3はそのC H Pに属するS C H2 3 1からS C H2 3 nを占有的に使用している。また、C H P2 4はそのC H Pに属するS C H2 4 1からS C H2 4 nを占有的に使用している。

【0017】図4には、L P A Rと、S C H群の対応を示す。

【0018】図4において、L P A R3 1はそのL P A Rに属するS C H3 1 1からS C H3 1 nを占有的に使用しており、L P A R3 2はそのL P A Rに属するS C H3 2 1からS C H3 2 nを占有的に使用している。

【0019】そして、L P A R3 1およびL P A R3 2は、それぞれのS C H群に対する入出力割込みの受付可否の制御を行う為、論理入出力割込みサブクラス番号（以下、「L I S C N」という）を使用する。入出力割込みサブクラス番号の一般的仕様については、例えば前述の刊行物等に詳述されている。また、L P A R3 1、L P A R3 2は、それぞれのS C H群に対して、所属するL P A Rを特定する制御を行う為、領域I D（以下、「R I D」という）を使用する。R I Dには一つのL P

ARに対し唯一の値が与えられ、そのLPARに所属するSCH群も全てこの唯一の値をRIDとして保持する。これにより、LPARとそれに所属するSCH群との対応をとることができる。

【0020】たとえば、図示するように、LPAR31のLISCNは'1'が割り当てられており、RIDは'1'が割り当てられている。したがい、LPAR31に所属するSCH群(SCH311～SCH31n)もLISCNは'1'が割り当てられており、RIDは'1'が割り当てられている。

【0021】また、LPAR32のLISCNは'2'が割り当てられており、RIDは'2'が割り当てられている。したがい、LPAR32に所属するSCH群(SCH321～SCH32n)もLISCNは'2'が割り当てられており、RIDは'2'が割り当てられている。

【0022】ここで、LPAR31が実計算機上で仮想計算機として動作する場合、LISCN='1'かつRID='1'の属性で動作し、LPAR32が実計算機上で仮想計算機として動作する場合、LISCN='2'かつRID='2'の状態で動作する。

【0023】さて、LPARが実計算機上で仮想計算機として動作する場合、VMCPはLISCNの値に対応した制御レジスタ内の論理入出力割込みサブクラスマスク(以下、「LISCM」という)を'1'として動作する。制御レジスタ内の入出力割込みサブクラスマスクの一般的仕様としては、たとえば前述の刊行物に詳述されている。値が1のLISCMに対応するLISCNのSCHからの入出力割込みが受付可能となる。

【0024】制御レジスタ内のLISCMの形式を図5に示す。

【0025】図5において、制御レジスタは32ビットの長さを持ち、ビット0～7がLISCMとして使用され、LISCNの0～7の値に各ビットが対応する。ビット8～31は未使用で予約ビットとして扱われる。

【0026】たとえば、図4のLPAR31が実計算機上で仮想計算機として動作する場合、LISCN='1'であるのでLISCMのビット1を'1'かつビット2～7を'0'として動作し、LPAR32が実計算機上で仮想計算機として動作する場合、LISCN='2'であるのでLISCMのビット2を'1'かつビット1およびビット3～7を'0'として動作する。

【0027】LISCMのビット0は、VMCPによって使用され、LPARには開放されず、このビットは通常'1'に設定されている。したがい、実際には、LPAR31が実計算機上で仮想計算機として動作する場合、LISCN='1'であるのでLISCMのビット0および1を'1'、ビット2～7を'0'として動作し、LPAR32が実計算機上で仮想計算機として動作する場合、LISCN='2'であるのでLISCMのビ

ット0および2を'1'、ビット1およびビット3～7を'0'として動作する。

【0028】図6は、LPAR31およびLPAR32が実計算機上で仮想計算機として動作する場合の。VMCP、LPAR31およびLPAR32の時間資源配分をしめすタイムチャートである。

【0029】図示した例では、VMCPに対しそれぞれ区間501、区間503および区間503が配分され、LPAR31に対しては区間502が配分され、そしてLPAR32に対しては区間504が配分される。各LPAR31、32は、VMCPによってディスパッチされ、区間が割り当てられる。

【0030】VMCPが走行している区間501、区間503および区間503でのLISCMの値は'1000000'(2進)であり、LISCN='0'のSCHからの入出力割込みのみが受付可能であり、LISCN='1'およびLISCN='2'のSCHからの入出力割込みはハードウェアで保留される。また、LPAR31が走行している区間502でのLISCMの値は'11000000'(2進)であり、LISCN='0'およびLISCN='1'のSCHからの入出力割込みのみが受付可能であり、LISCN='2'のSCHからの入出力割込みはハードウェアで保留される。さらにLPAR32が走行している区間504でのLISCMの値は'10100000'(2進)であり、LISCN='0'およびLISCN='2'のSCHからの入出力割込みのみが受付可能であり、LISCN='1'のSCHからの入出力割込みはSCHもしくはDEVで保留される。

【0031】したがい、たとえば、区間502ではLISCN='2'のSCHからの入出力割込みはハードウェアで保留される為、その受付は区間504迄待たされる。同様に、区間504ではLISCN='1'のSCHからの入出力割込みはハードウェアで保留される為、その受付は次にLPAR32がVMCPによってディスパッチされる区間迄待たされる。

【0032】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来は、走行状態に無いLPARへの入出力割込みは保留され、次にそのLPARがVMCPによってディスパッチされる迄受け付けられ無い。このため、VMCPによってディスパッチされるLPARのディスパッチ間隔(以下、「タイムスライス」という)が長くなると、現在ディスパッチされているLPAR以外のLPARへの入出力割込みの受け付け待ち時間が大きくなり、結果として入出力装置の応答が遅くなるという問題が生じる。一方、この問題を解決する為に、VMCPによってディスパッチされるLPARのタイムスライスを短くすると、今度はVMCPによってディスパッチされるLPARの切替頻度が多くなり、VMCPのLPAR切替のためのオーバヘ

ドが大きくなり、仮想計算機システムの性能低下をもたらすという問題が生じる。

【0033】また、このような事情は、実計算機上で单一のOSを動作させるモードをベーシックモードにおいて、サブチャネル群を分割し複数のタスクに占有的に割り当て、各タスクのを切り換えて動作させる場合にも同様にあてはまる。

【0034】そこで、本発明は、VMCPのLPAR切替のためのオーバヘッドと、入出力装置の応答性との、調和を図ることを目的とする。

【0035】また、併せて本発明は、タスク切り換えのためのオーバヘッドと、入出力装置の応答性との、調和を図ることを目的とする。

【0036】

【課題を解決するための手段】前記目的達成のために、本発明は、入出力割込み要因に基づく入出力割込みの発生を許可もしくは禁止する入出力割込みマスクを備えた計算機システムにおける入出力割込み要因の処理方法であって、あらかじめ、保留する入出力割込み要因の総数をしきい値として設定するステップと、入出力割込み要因の発生時に、前記入出力割込みマスクが、当該入出力割込み要因に基づく入出力割込みの発生を禁止している場合に、当該入出力割込み要因を保留するステップと、保留している入出力割込み要因の数と、前記しきい値を比較するステップと、保留している入出力割込み要因の数が、前記しきい値を超えた場合に、保留入出力割込みを発生するステップと、保留入出力割込みに対する処理として、保留されている入出力割込み要因に基づく入出力割込みの発生を可能とするステップとを有することを特徴とする入出力割込み要因の処理方法を提供する。

【0037】また、单一の実計算機上で、複数の仮想計算機を稼働させる情報処理システムについては、特に、あらかじめ、保留する入出力割込み要因の総数をしきい値として設定するステップと、入出力割込み要因の発生時に、前記入出力割込みマスクが、当該入出力割込み要因に対応する仮想計算機への入出力割込みの発生を禁止している場合に、当該入出力割込み要因を保留するステップと、仮想計算機毎に、入出力割込み要因の保留数と、前記しきい値を比較するステップと、保留している入出力割込み要因の数が、前記しきい値を超えた場合に、当該保留数がしきい値を超えた入出力割込み要因に基づく入出力割込みを受け付ける処理を起動する保留入出力割込みを発生するステップとを有することを特徴とする入出力割込み要因の処理方法を提供する。

【0038】

【作用】たとえば、本発明の一実施態様によれば、あるLPARがディスパッチされかつ動作中に、他LPARの入出力割込み要因のハードウェアでの保留状況を調べ、その結果により保留入出力割込みを発生させるか否かを判断し、発生させると判断した場合には保留入出力

割込みを経由して、制御をVMCPに戻し、VMCPの保留入出力割込みハンドラが、保留入出力割込みに付随する割込みパラメータに含まれるLISCNを調べ、そのLISCNが割り当てられているLPARをVMCPがディスパッチする事により、保留されている入出力割込みが受け付けられる状態に置くよう制御する。よって、タイムスライスの長さとは無関係に入出力デバイスへの応答性を高めることができる。

【0039】すなわち、従来は、入出力割込み要因が生じた場合、前述したように、VMCPによってディスパッチされるLPARのタイムスライスが長くなると、入出力デバイスの応答が悪くなるが、本実施例によれば、あるLPARが実計算機にディスパッチされかつ動作中に、その実計算機上での他LPARの入出力割込みのハードウェアでの保留状況を調べ、ハードウェアで保留されている他LPARの入出力割込み要因数がある一定のしきい値を超えていると、保留入出力割込みを経由して現在動作しているLPARの動作を打ち切り、制御をVMCPに戻し、その保留入出力割込みパラメータの解析に基づいて、VMCPはハードウェアで保留されている入出力割込み要因数がある一定のしきい値を超えているLPARをディスパッチする。その結果、ディスパッチされたLPARのハードウェアで保留されている入出力割込み要因は、そのLPARによって受け付けられ、処理される。

【0040】一方、このようにタイムスライスの設定を短くすること無しに、入出力デバイスの応答性を高めることができるので、タイムスライスを短くして、不必要にLPARの切り換えによるオーバヘッドを増加させることはない。よって、VMCPのLPAR切替のためのオーバヘッドと、入出力装置の応答性との、調和を図ることができる。

【0041】

【実施例】以下、本発明の一実施例を説明する。

【0042】本実施例では、各LISCN毎にしきい値を設定し、各LISCNに対応するSCHからの入出力割込み数が、当該LISCNに設定されたしきい値を超えた場合には、当該LISCNで動作するLPARをディスパッチし、そのSCHからの入出力割込みを受付可能とする。

【0043】そこで、まず、本実施例において、各LISCN毎にしきい値を設定するために用いる命令について説明する。

【0044】本実施例では、この命令を、Set Pending Interruption Threshold (SPIT) 命令と呼ぶ。このSPIT命令は、図7に示すように、31ビット幅の命令である。命令語のビット0からビット15は命令コードで、ビット24からビット27で第1オペランドである汎用レジスタ (R1) を指定し、ビット28からビット31で第2

オペランドである汎用レジスタ (R 2) を指定する。したがい、S P I T 命令の命令形式は、いわゆる R R E 形式である。R R E 形式命令の一般的仕様は、たとえば IBM 社発行の刊行物 "Enterprise System Architecture/390 Principles of Operation" (SA22-7201-00) 等に記載されているので説明を省略する。

【0045】以下、本命令の内容について説明する。本命令は、指定された論理入出力割込みサブクラスに保留されている入出力割込み要因の数に従って、後述する保留入出力割込みを発生させるか否かを制御するしきい値を設定する命令である。

【0046】第1オペランド (R 1) はしきい値を設定する L I S C N を格納した汎用レジスタを指定する。具体的には、R 1 で指定される汎用レジスタのビット 0 からビット 15 には '9701' (16進) を設定し、ビット 16 からビット 31 でしきい値を設定する L I S C N を設定しておく。そして、R 1 で指定される汎用レジスタのビット 0 からビット 15 が '9701' (16進) で無ければオペランド例外を検出するようとする。

【0047】また、第2オペランド (R 2) で指定される汎用レジスタのビット 0 からビット 15 には、L I S C N に設定するしきい値を設定しておく。また、この汎用レジスタのビット 16 からビット 31 で、保留入出力割込み実行時に、それに付随させる保留入出力割込みパラメータを指定する。保留入出力割込みパラメータは L I S C N 毎にそれぞれ任意の値を指定することが出来る。

【0048】命令のビット 16 からビット 23 は無視される。

【0049】なお、本命令は特権命令であり、C P U が、いわゆる問題プログラム状態にある時、本命例を実行しようとすると、特権命令例外が検出され、本命令の実行は抑止される。特権命令例外の一般的仕様としては、前述した IBM 社発行の刊行物等に記載されている。

【0050】また、本命令が正常に実行され、しきい値のセットがその L I S C に対する初めてセットである場合、P S W の条件コードにはゼロをセットする。命令が正常に実行され、しきい値のセットがその L I S C に対する初めてセットで無い場合には条件コードに '1' をセットし、指定された L I S C N が不當である場合には条件コードに '3' をセットするようにする。条件コードの '2' は使用しない。これにより、本 S P I T 命令の発行元は、命令の実行結果を認識することができる。

【0051】さて、本実施例では、あらかじめ、この S P I T 命令を用いて、各 L I S C N 毎にしきい値と、保留入出力割込みパラメータを設定しておく。

【0052】以下、実際に D E V から入出力割込み要求が発生した場合の、本情報処理システムの動作について説明する。

【0053】図 8 に、この場合の動作手順を示す。以下、処理の順序に従って各ステップを説明する。

【0054】ステップ 710 : D E V から入出力割込み要求が発生すると、この D E V から入出力割込み要求は C H P を経由して C P U の入出力処理部 (以下、「I O P」という) に伝達され、I O P のステップ 720 から 7 B 0 に入たる処理が起動される。なお、このとき、I O P には、入出力割込み要求を発生した D E V 番号も付随して伝達される。このような入出力割込み要求の一般的仕様としては、たとえば IBM 社発行の刊行物 "Enterprise System Architecture/390 Principles of Operation" (SA22-7201-00) にその詳細が記述されている。

【0055】ステップ 720 : I O P は、D E V からの入出力割込み要求を受け取ると、該入出力割込み要求に付随して来た D E V 番号から、あらかじめ設定されている実計算機資源の割り当てに従い、この D E V 番号に対応する S C H 番号を求め、ステップ 730 に進む。

【0056】ステップ 730 : I O P は、ステップ 720 で求めた S C H 番号から、あらかじめ M S 上に設けた、ハードウェアの情報を記憶させるエリアである H S A 内の、求めた S C H 番号に対応する S C H の情報を保持するユニット制御ワード (以下、「U C W」という) をアクセスし、D E V から送られて来た入出力割込み要求と入出力割込みパラメータをサブチャネル状態ワード (以下、「S C S W」という) の形式で登録し、この S C H 番号の S C H をステータス保留状態にする。そして、ステップ 740 に進む。なお、このような S C S W の一般的仕様としては、たとえば IBM 社発行の刊行物 "Enterprise System Architecture/390 Principles of Operation" (SA22-7201-00) にその詳細が記述されている。

【0057】ステップ 740 : I O P は、ステップ 720 で求めた S C H 番号 S C H に L I S C N が既に割り当てられていれば、前記 U C W 内に格納しておいた当該 S C H 番号に割り当てた L I S C N を取り出し、ステップ 750 に行く。L I S C N が未だ割り当てられていないければ、本処理を終了する。

【0058】ステップ 750 : I O P は、ステップ 740 で取りだした L I S C N を用いて、その L I S C N に対応して、あらかじめ H S A 内に設けられている入出力割込みキューカウント (以下、「I Q C」という) エントリをアクセスし、I Q C に '1' を加え、ステップ 760 に進む。I Q C は、各 L I S C N 毎に一つづつ設けたエントリであり、その L I S C N が割り当てられている S C H の未だ受け付けられていない入出力割込みの総数を保持する。

【0059】ステップ 760 : I O P は、C P U に対し入出力割込み要因が存在する旨を通知し且つ入出力割込み処理を要求する入出力割込み処理要求フラグを

1'にセットし、ステップ770に進む。

【0060】ステップ770 : IOPは、プログラム状態語（以下PSWという）の入出力割込みマスクの値を調べ、該マスクの値が'0'（全ての入出力割込み受付禁止の状態）であれば、処理を終了する。該マスクの値が'1'（全ての入出力割込み受付許可の状態）であれば、ステップ780に進む。

【0061】ステップ780 : IOPは、制御レジスタ内の入出力割込みサブクラスマスクであるLISC Mの値を調べ、前記LISCNに対応するLISCMの対応するマスクの値が'1'（該LISCNの入出力割込み受付許可の状態）であれば、ステップ760で設定した入出力割込み処理要求フラグにより、この入出力割込みは受け付けられるので、処理を終了する。該マスクの値が'0'（該LISCNの入出力割込み受付禁止の状態）であれば、ステップ790に進む。

【0062】ステップ790 : IOPは、SPLIT命令によって、ステップ740で取りだしたLISCNに対して設定されたしきい値を取り出し、ステップ7A0に進む。

【0063】ステップ7A0 : IOPは、ステップ790で取り出したLISCNに対応するしきい値と、そのLISCNが割り当てられているSCHの未だ受け付けられていない入出力割込みの数を保持しているIQCの値とを比較する。そして、しきい値の方が該IQCの値より大きければ、処理を終了する。一方、しきい値の方がIQCの値より小さいか等しければステップ7B0に進む。

【0064】ステップ7B0 : IOPは、CPUに対し保留入出力割込み処理を要求する保留入出力割込み処理要求フラグを'1'にセットし、処理を終了する。なお、本実施例では、保留入出力割込みとしている。浮動割込みについては、IBM社発行の刊行物"Enterprise System Architecture/390 Principles of Operation"(SA22-7201-00)等にその詳細が記述されているので、説明を省略する。

【0065】ステップ7C0 : 保留入出力割込み処理要求フラグが'1'にセットされると、CPUのハードウェア(OSによらないCPU自体の機能部分)は、保留入出力割込み処理を起動すると共に、IOPがセットした保留入出力割込み処理要求フラグを'0'にリセットする。

【0066】なお、保留入出力割込み処理の内容は、MSのプリフィックス退避域（以下、「PSA」という）に格納する割込みパラメータが通常の入出力割込み処理時の割込みパラメータとその内容が一部異なるのみで、その他は、通常の入出力割込み処理と同じである。通常の入出力割込み処理の一般的仕様としては、たとえばIBM社発行の刊行物"Enterprise System Architecture/390 Principles of Operation"(SA22-7201-00)等にその

詳細が記述されている。ここで、図9に、この割込みパラメータの例を示す。図9は、MSのPSAを示したものであり、PSAの184番地から185番地には'9701'（16進）の値を格納し、186番地から187番地には、保留入出力割込みを発生させたLISCNの値が格納し、188番地から189番地にはLISCNに対応するしきい値を格納し、190番地から191番地には、当該LISCNに対してSPLIT命令で設定した保留入出力割込みパラメータを格納する。

【0067】次に、保留入出力割込み処理によって、VMCPが起動されると、VMCPは、前述した保留入出力割込みパラメータから、次にディスパッチすべきLPARを選択する。VMCPは、次にディスパッチすべきLPARを選択すると、選択したLPARを起動する前に、対応する状態記述（以下、「SD」という）を初期化し、そのSDをオペランドとしてSIE命令を発行し、対応するLPARを起動する。

【0068】その結果、対応するLPARが翻訳実行モード（以下、「IE」モードという）で動作を開始する。そして、当該LPARに対応するLISCMの値が1にセットされ、LPARがIEモードで動作を開始すると、保留入出力割込み発生のきっかけとなったLISCNのSCHで保留されていた入出力割込み要因が入出力割込みを発生させ、対応するLPARで動作しているOSにより、従来と同様に受け付けられ処理される。このとき、IQCの値は、一つ入出力割込み要求が受け付けられる度に1デクリメントされる。

【0069】なお、SD、SIE命令及びIEモードの一般的仕様としては、たとえばIBM社発行の刊行物"IBM System/370 Extended Architecture Interpretive Execution"(SA22-7095)にその詳細が記述されているので、詳しい説明は省略する。

【0070】以上のように本実施例によれば、実計算機で保留されている仮想計算機の入出力割込み要因が、プログラムによって指定されたしきい値を超えた時、入出力割込みマスクの値によ存せずに保留入出力割込みを発生させる。すなわち、VMCPによってディスパッチされたLPARが走行中でも、ハードウェアで保留されている他LPARの保留入出力割込み要因数がある任意のしきい値を超えると、ハードウェア的に現在VMCPによってディスパッチされているLPARの走行を中断し、制御をVMCPに戻す。

【0071】よって、ハードウェアで保留されている一定のしきい値を超えてある入出力割込み要因をそのLPARにおいて、早期に受付可能とすることができる。また、この際前記しきい値を各仮想計算機毎に設定することができる。

【0072】さらに、前記保留入出力割込みを発生させる際、保留入出力割込みを発生させた入出力割込み保留要因をクリアしないので、VMCPが、保留されている

入出力割込み要因を VMC P 内の入出力割込みキューにキューイングする必要はない。なお、以上の実施例では、P S W の入出力割込みマスクの値が' 1' で、制御レジスタ内の L I S C M の値が' 0' の場合に、保留入出力割込みを発生可能としたが、この条件は任意に変更して実現しても良い。すなわち、たとえば、保留入出力割込みの発生をのみを制御する保留入出力割込みマスクを P S W または制御レジスタ内に設けても良い。

【0073】また、本実施例は、VMC P を O S 、各 L P A R をタスクに置き換えれば、実計算機上で単一の O S を動作させるモードをベーシックモードにおいて、サブチャネル群を分割し複数のタスクに占有的に割り当て、各タスクのを切り換えて動作させる場合にも同様に適用することができる。

【0074】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、VMC P の L P A R 切替のためのオーバヘッドと、入出力装置の応答性との、調和を図ることができる。また、タスク切り換えるためのオーバヘッドと、入出力装置の応答性との、調和を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ベーシックモード時の実計算機のハードウェア資源の構成を示すブロック図である。

【図2】L P A R モード時の実計算機のハードウェア資

源の構成を示すブロック図である。

【図3】サブチャネル群の各 L P A R への割り当てを示す説明図である。

【図4】サブチャネル群の L P A R への割り当てと、サブサブクラス番号と領域 I D との関係を示す説明図である。

【図5】制御レジスタの論理入出力サブクラスマスクを示す説明図である。

【図6】VMC P および L P A R の実動作期間を示すタイムチャートである。

【図7】本発明の実施例で用いる S P I T 命令の構成を示す説明図である。

【図8】本発明の実施例に係る情報処理システムの動作を示すフローチャートである。

【図9】本発明の実施例で用いる保留入出力割込みの割込みパラメータを示す説明図である。

【符号の説明】

7 1 0 入出力割込み要求発生

7 5 0 保留されている入出力割込み数のインクリメント

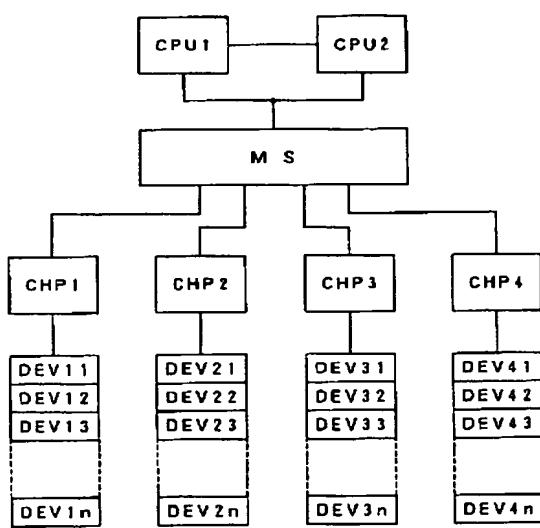
7 A 0 保留されている入出力割込み数としきい値との比較

7 B 0 保留入出力割込みの発生

7 C 0 保留入出力割込み処理の起動

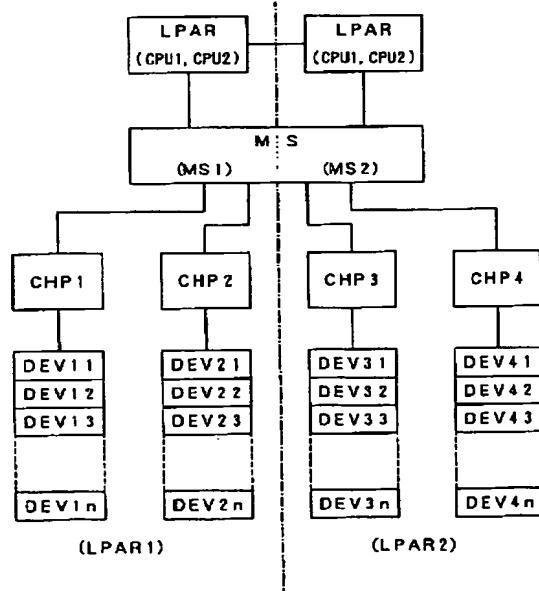
【図1】

図 1



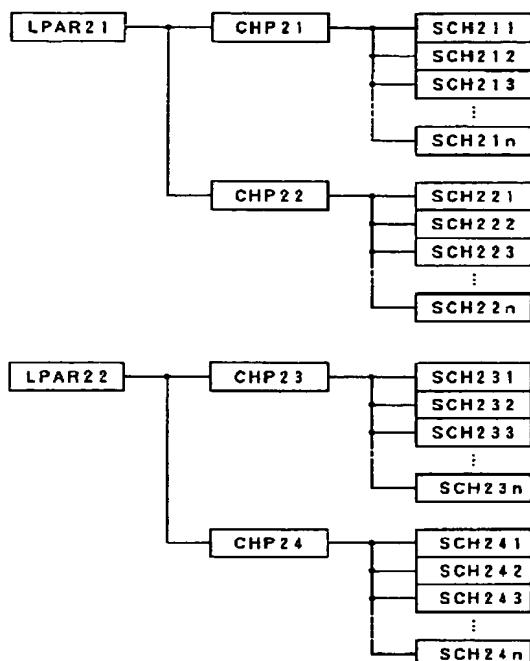
【図2】

図 2



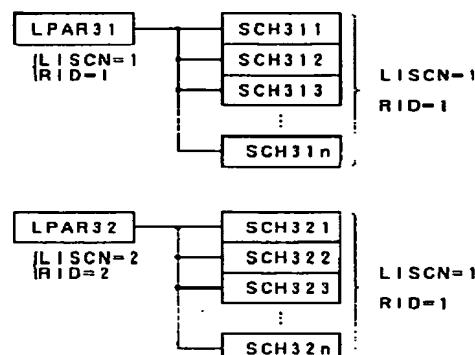
【図3】

図3



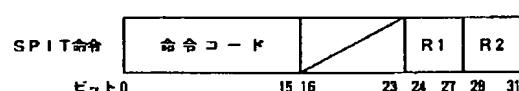
【図4】

図4



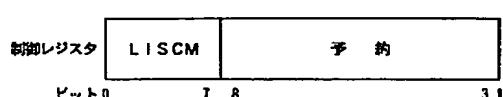
【図7】

図7



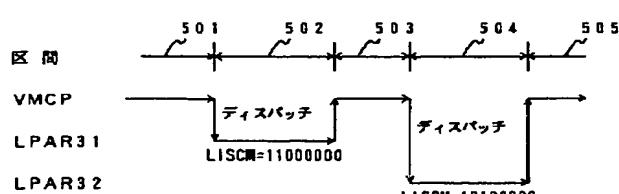
【図5】

図5



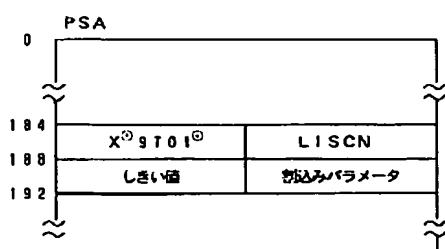
【図6】

図6



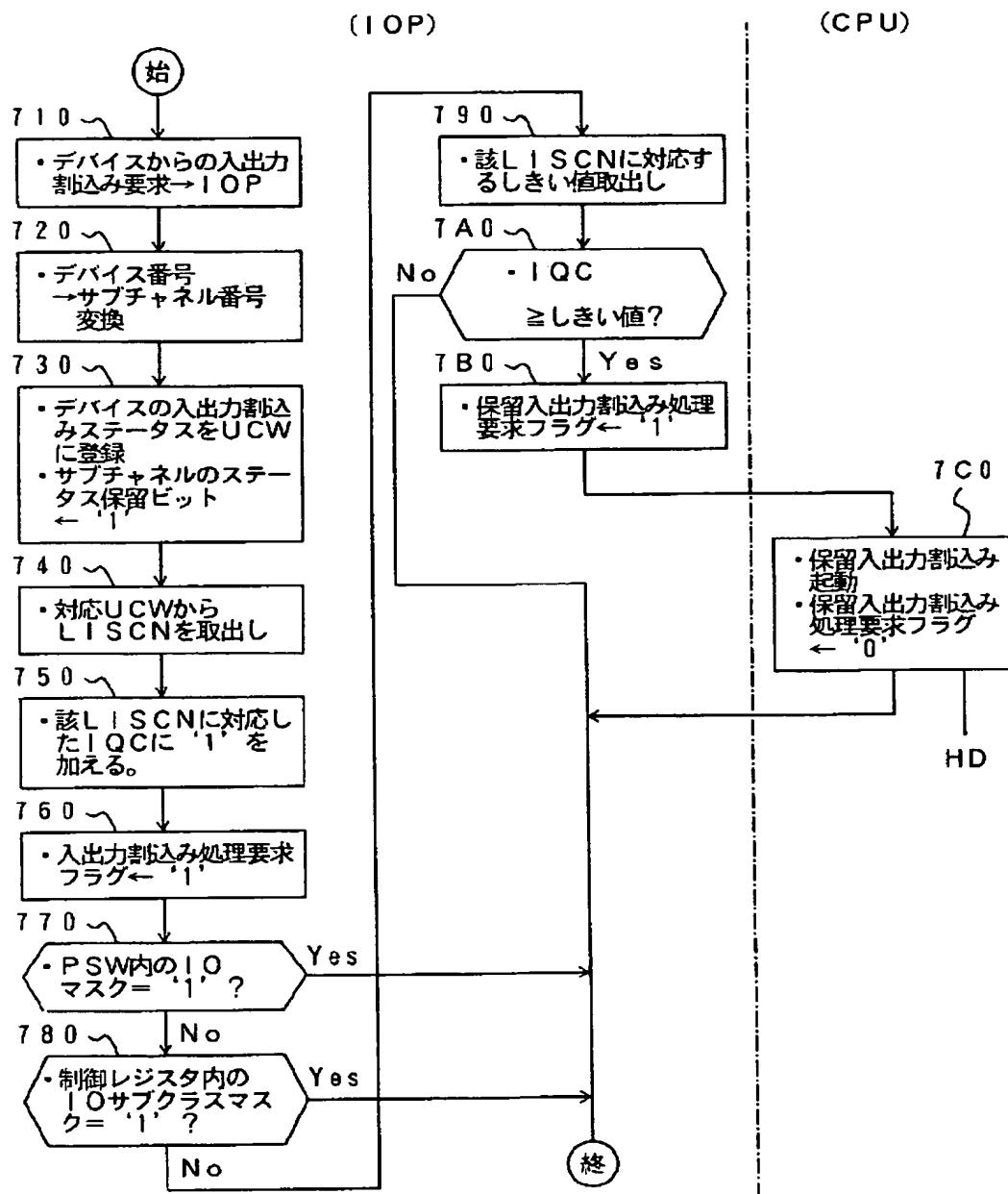
【図9】

図9



【図8】

図 8



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.